

Chirurgie 2023 · 94:796–803
<https://doi.org/10.1007/s00104-023-01914-w>
 Angenommen: 25. Mai 2023
 Online publiziert: 23. Juni 2023
 © Der/die Autor(en) 2023



Einflussfaktoren der Schnitt-Naht-Zeiten der Metallentfernung nach Nuss-Operation

Andreas C. Heydweiller¹ · Tatjana T. König² · S. Tolga Yavuz³ · Martin Schwind² · Christina Oetzmann von Sochaczewski^{1,4} · Stephan Rohleder²

¹ Sektion Kinderchirurgie der Klinik und Poliklinik für Allgemein-, Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie, Universitätsklinikum Bonn, Bonn, Deutschland

² Klinik und Poliklinik für Kinderchirurgie, Universitätsmedizin Mainz, Mainz, Deutschland

³ Klinik für Allgemeine Pädiatrie, Universitätsklinik Bonn, Bonn, Deutschland

⁴ Sektion Kinderchirurgie, Klinik und Poliklinik für Allgemein-, Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie, Universitätsklinikum Bonn, Bonn, Deutschland

Zusammenfassung

Hintergrund: Die Metallentfernung nach abgeschlossener Trichterbrustkorrektur fällt als elektiver Eingriff nicht selten zuerst den Kapazitätsengpässen der Operationsabteilung zum Opfer. Aufgrund dessen ist eine möglichst exakte Planung der zu erwartenden Schnitt-Naht-Zeit wünschenswert.

Ziel der Arbeit: Modellierung der Schnitt-Naht-Zeiten der Metallentfernung nach Nuss-Operation anhand der präspezifizierten unabhängigen Variablen Alter, Geschlecht, Anzahl der zu explantierenden Metallbügel sowie intraoperativ aufgetretener Komplikationen.

Material und Methoden: Wir schlossen retrospektiv alle Metallentfernungen nach Trichterbrustkorrektur zwischen Januar 2009 und Dezember 2020 in die Untersuchung ein. Diese wurden mittels linearer Regression modelliert und mittels Bootstrap intern validiert. Explorativ wurden zusätzlich die Erfahrung der Operateure, die Anzahl der Stabilisatoren sowie der Körpermassenindex und eine etwaige Revisionsoperation untersucht.

Ergebnisse: Wir schlossen 265 Patient:innen (14 % ♀) mit einem medianen Alter von 19 Jahren (Interquartilsabstand: 17–20) in die Untersuchung ein, wobei bei 81 % ein und bei 17 % zwei Metallbügel explantiert wurden. Das präspezifizierte Regressionsmodell war statistisch signifikant besser als das Nullmodell (Likelihood-Ratio 56; $df = 5$; $p < 0,001$) und hatte eine biaskorrigierte Modellgüte von $R^2 = 0,148$. Das Patient:innenalter beeinflusste die Schnitt-Naht-Zeit um 2,1 min (95 %-Konfidenzintervall: 1,3–2,9; $p < 0,001$) pro Lebensjahr und jeder zu explantierende Metallbügel um 16 min (95 %-Konfidenzintervall: 10–22; $p < 0,001$).

Schlussfolgerung: Das Patient:innenalter wie auch der Anzahl der zu explantierenden Metallbügel können die Schnitt-Naht-Zeit beeinflussen und können in der Zeitplanung der Operation Berücksichtigung finden.

Schlüsselwörter

Trichterbrust · Implantatentfernung · Operationszeiten · Lineare Regression · Kinderchirurgie

Auszüge der vorliegenden Arbeit wurden im Rahmen der 59. Herbsttagung der Deutschen Gesellschaft für Kinderchirurgie vorgestellt.



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

Hintergrund und Fragestellung

Verschiedentlich wurde, auch in dieser Zeitschrift [1], beklagt, dass bestimmte Eingriffe nicht mehr kostendeckend durchzuführen wären, was insbesondere Universitätskliniken betraf [2, 3]. Eine

Schlüsselrolle haben dabei die Schnitt-Naht-Zeiten. Diese sind, neben den anderen Prozesszeiten, untrennbar verbunden mit der Auslastung der Betriebszeiten der Operationsabteilung als einer der wesentlichen Erlösbringer eines Krankenhauses im DRG-System [4]. Die Opera-

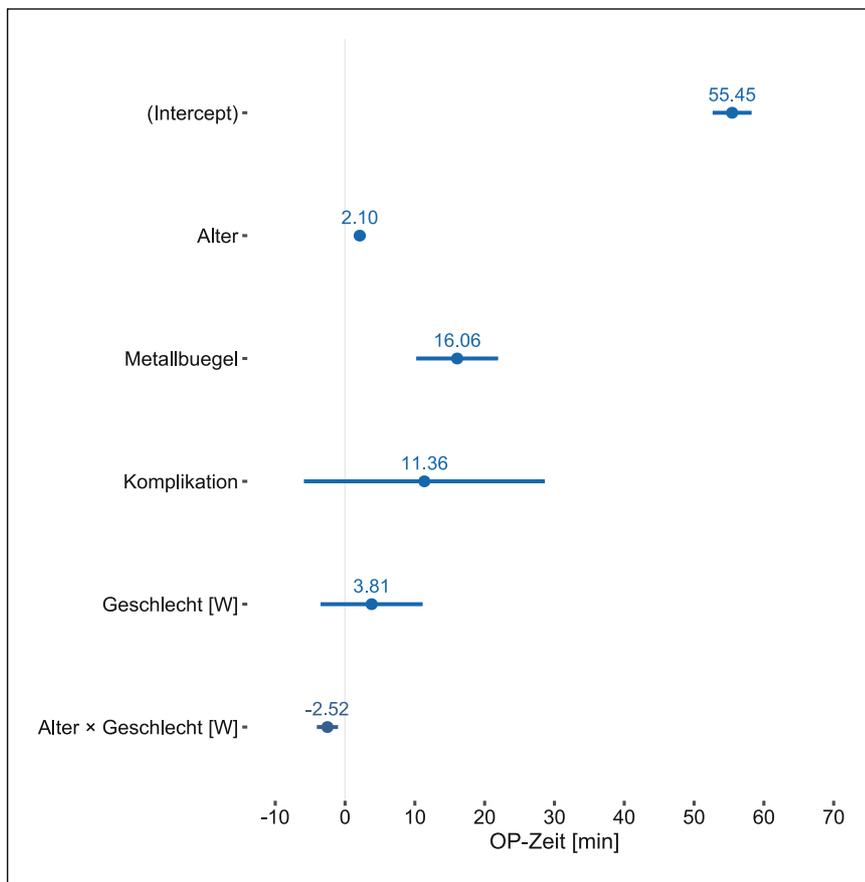


Abb. 1 ▲ Regressionskoeffizienten der präspezifizierten Analyse

tionsplanung zielt daher darauf ab, die zur Verfügung stehenden Betriebszeiten möglichst effizient auszulasten. In der Planung ist dabei neben einer Reduktion der Überleitungszeiten eine präzise Vorhersage der zu erwartenden Operationsdauer von Relevanz [5]. Zu niedrig geplante Schnitt-Naht-Zeiten, die ständig überschritten werden, sind der Zufriedenheit der Mitarbeiter:innen wie auch der Patient:innen abträglich [6]. Zwar bilden sich Erfahrungswerte für die durchschnittliche Dauer bestimmter Operationen heraus, jedoch ist die Vorhersagequalität oftmals schwach, insbesondere hinsichtlich eines zu geringen Zeitansatzes, was sich durch alle Fachgebiete zieht [7]. Es sind gerade elektive Eingriffe, die sich für eine Analyse möglicher Einflussfaktoren der Schnitt-Naht-Zeit eignen, da sowohl Spezifika der Operation selbst wie auch patientenbezogene Faktoren die Schnitt-Naht-Zeit beeinflussen [8]. Zu diesen elektiven Eingriffen zählt auch die Metallentfernung nach abgeschlossener Trichterbrustkor-

rektur im Verfahren nach Nuss [9]. Die Operationszeit selbst wurde nur gelegentlich betrachtet, wobei an einem kleinen Kollektiv beschrieben wurde, dass sich die Operationsdauer umgekehrt proportional zum Ausbildungsstand verlängert [10]. Dies ist jedoch keine Besonderheit der Metallentfernung nach abgeschlossener Trichterbrustkorrektur, sondern für eine Vielzahl an Operationen beschrieben [11]. Wir untersuchten daher systematisch die präspezifizierten Einflussfaktoren der Schnitt-Naht-Zeit der Metallentfernung nach abgeschlossener Trichterbrustkorrektur.

Studiendesign und Untersuchungsmethoden

Wir identifizierten retrospektiv alle Metallentfernungen nach abgeschlossener Trichterbrustkorrektur im Verfahren nach Nuss über die OPS-Kodierung 5-349.5 sowie, für das Jahr 2009 vor Einführung dieses Codes, alle Patienten mit dem Dia-

gnosecode für die Trichterbrust (ICD-10-GM Q67.0) durch Prüfung aller Operationsberichte, im Zeitraum zwischen dem 01.01.2009 und dem 31.12.2020 in beiden beteiligten kinderchirurgischen Kliniken aus Bonn und Mainz. Patient:innen wurden eingeschlossen, sofern eine gültige Schnitt-Naht-Zeit dokumentiert war. Von den eingeschlossenen Fällen wurden das Alter zum Operationszeitpunkt, das Geschlecht, die Anzahl der entfernten Metallbügel, etwaige intraoperative Komplikationen und schließlich die Krankenhausverweildauer erfasst. Die Datenerfassung erfolgte nach gesonderter Einweisung anhand eines präspezifizierten Datenblatts, dessen Tauglichkeit in einer Zufallsstichprobe geprüft war. Überdies wurden stichprobenartig die Ergebnisse der Datenerfassung durch einen anderen beteiligten Autor überprüft, um eine konsistente Datenqualität sicherzustellen. In der Jurisdiktion unserer Ethikkommissionen besteht bei rein retrospektiver Datenerfassung von Routinedaten mit Anonymisierung an der Quelle, hier dem Krankenhausinformationssystem, kein Beratungsbedarf.

Alle statistischen Analysen dieses Projekts waren präspezifiziert, soweit nicht anders berichtet. Für die Durchführung der statistischen Berechnungen verwendeten wir R (Version 3.5.3) mit dem stats4-Paket, soweit nicht anders angegeben [12]. Mediane wurden mittels des Westenberg-Mood-Mediantestes verglichen und Unterschiede zwischen den Geschlechtern hinsichtlich der Anzahl der implantierten Metallbügel mittels χ^2 -Test evaluiert. Der Einfluss der einbezogenen Faktoren Patientenalter und -geschlecht, Anzahl der entfernten Metallbügel und Auftreten intraoperativer Komplikationen auf die Schnitt-Naht-Zeit wurde mittels multivariabler linearer Regression der kleinsten Quadrate evaluiert, wofür wir das rms-package (Version 6.3-0; [13]) verwendeten. Aufgrund der kürzlich berichteten Tatsache, dass sich Patientinnen im Durchschnitt im höheren Lebensalter sowie mit einem höheren Schweregrad der Erkrankung vorstellten [14], ergänzten wir die Regressionsanalyse um den Interaktionseffekt von Alter und Geschlecht. Die Normalverteilung der Residuen wurde mittels visueller Analyse des Quantil-Quantil-Diagramms sowie der Cook-Distanz überprüft. Um eine Repro-

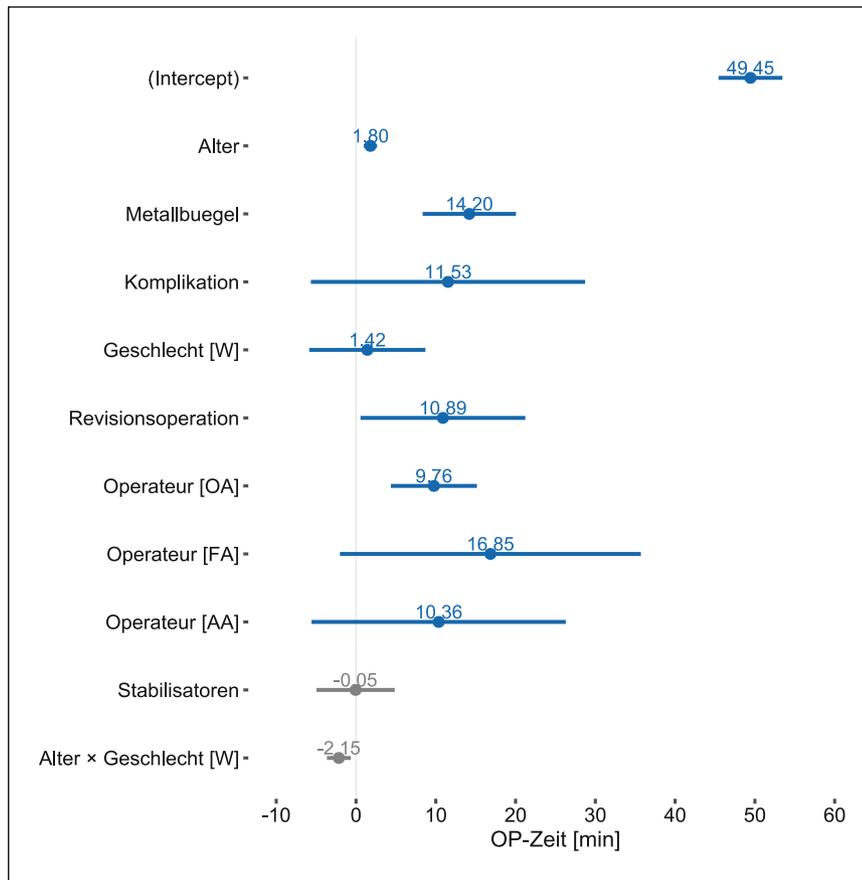


Abb. 2 ▲ Regressionskoeffizienten der explorativen Analyse. Das Modell war statistisch signifikant gegenüber dem Nullmodell (Likelihood-Ratio 75, $df = 10$, $p < 0,001$)

duzierbarkeit des Bootstraps zu gewährleisten, legten wir den Startpunkt des Zufallsgenerators auf 1337 fest. Aufgrund der präspezifizierten unabhängigen Variablen nutzten wir die interne Validierung mittels Bootstrap mit 1000 Iterationen, um für das Bias der Modellgüte zu korrigieren [15], wofür wir ebenfalls das rms-package verwendeten. Dementsprechend legten wir für die 95%-Konfidenzintervalle ebenfalls die Bootstrapschätzer zugrunde, allerdings berechnet mit 10.000 Iterationen. Da für die unabhängige Variable des Patient:innenalters kein Wert von 0 denkbar ist, zentrierten wir das Regressionsmodell mittels der center_mod-Funktion des jtools-packages (Version 2.0.2; [16]).

Im Rahmen des Begutachtungsverfahrens der Arbeit wurden zusätzliche explorative Analysen zur Berücksichtigung des Einflusses des Ausbildungsstandes der Operateure, einer etwaigen vorangegangenen Revisionsoperation sowie zur Anzahl der entfernten Stabilisatoren und

des Körpermassenindex der Patient:innen eingeführt. Die Analyse erfolgte dabei nach dem bereits beschriebenen Vorgehen.

Ergebnisse

Wir schlossen 265 durchgeführte Metallentfernungen mit gültiger Schnitt-Nahtzeit in unsere Analyse ein, davon wurden 227 (86%) bei Patienten und 38 (14%) bei Patientinnen durchgeführt. Das mediane Alter der eingeschlossenen Patient:innen betrug 19 Jahre (Interquartilsabstand: 17–20), wobei Patientinnen mit im Median 18 Jahren (Interquartilsabstand: 16–20) etwas jünger waren als Patienten ($z = -2,9$; $p = 0,004$), deren medianes Alter 19 Jahre (Interquartilsabstand: 18–20) betrug. Bei 215 Patient:innen (17% ♀) war ein Metallbügel implantiert, bei 46 (15% ♀) waren es derer zwei und bei 4 Patientinnen drei Metallbügel, wobei zwischen den Geschlechtern kein Unterschied bestand ($\chi^2 = 0,7$; $df = 2$;

$p = 0,705$). Intraoperative Komplikationen jeglicher Art, je zweimal ausgeprägte Ossifikationen und zwei Pneumothoraces sowie zweimalige kleine Drahtreste, traten bei 6 (2%) Patient:innen (5 ♂; 1 ♀) auf. Die mediane Krankenhausverweildauer unserer Patientenkohorte betrug 2 Tage (Interquartilsabstand: 1–2). Revisionsoperationen waren bei 12 Patienten (5%) und 6 Patientinnen (16%) erforderlich gewesen. Die meisten Metallentfernungen wurden durch Oberärzt:innen ($n = 136$, 51%) und Chefärzte ($n = 117$, 44%) durchgeführt, wohingegen Fachärzt:innen ($n = 5$, 2%) und Weiterbildungsassistent:innen ($n = 7$, 3%) als Durchführende die Ausnahme waren. Es wurden mehrheitlich zwei Stabilisatoren ($n = 194$, 73%) und seltener ein Stabilisator ($n = 60$, 23%) verwendet, wohingegen die Verwendung keines Stabilisators ($n = 6$, 2%) sowie von drei ($n = 3$, 2%) oder vier ($n = 2$, 1%) Stabilisatoren die Ausnahme blieb. Informationen hinsichtlich des Körpermassenindex waren zu 221 Patient:innen (83%) verfügbar, welcher im Median 20,2 kg/m² (Interquartilsabstand: 18,4–21,7) betrug.

Die Regressionsanalyse unter Einbezug der präspezifizierten unabhängigen Variablen erwies sich als treffsicherer als das Nullmodell, welches keine der eingeschlossenen unabhängigen Variablen beinhaltete, sondern nur den Achsenabschnitt, bei dem alle Regressionsparameter den Wert Null annehmen, (Likelihood-Ratio 56; $df = 5$; $p < 0,001$) und das Bestimmtheitsmaß R^2 betrug 0,192. Die interne Validierung mittels Bootstrap zeigte ein Bias der Modellgüte von 0,044, weshalb das korrigierte R^2 den Wert von 0,148 annahm. Im Vergleich der Modelle erwies sich das Modell mit den explorativ geprüften unabhängigen Variablen als geringfügig besser ($F[254,5] = 3,692$; $p = 0,003$). Das Bias der Modellgüte betrug 0,079, weshalb sich das R^2 von 0,247 auf den korrigierten Wert von 0,168 durch interne Validierung reduzierte. Die Hinzunahme der unabhängigen Variable des Körpermassenindex erhöhte das mittels interner Validierung korrigierte R^2 nur minimal auf 0,171.

Sowohl im präspezifizierten Modell (Abb. 1) wie auch in den explorativen Modellen (Abb. 2 und 3) erwies sich das Patient:innenalter und die Anzahl der Metallbügel als relevanter Prädiktor für die

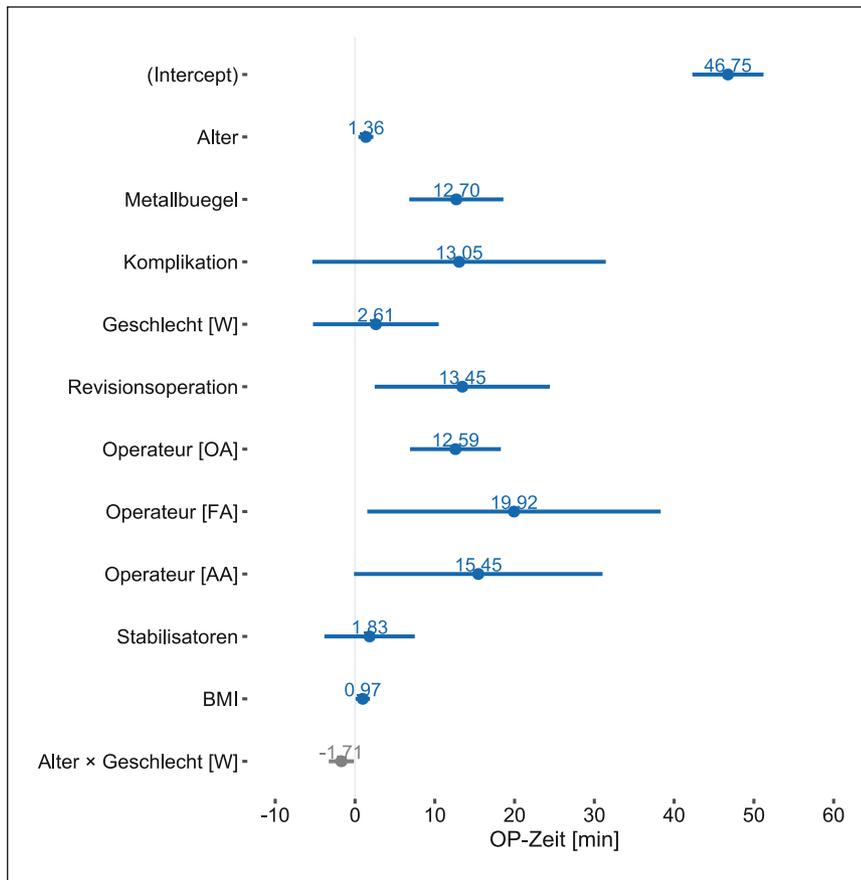


Abb. 3 ▲ Regressionskoeffizienten der explorativen Analyse einschließlich des Körpermassenindex. Für 221 Patien:innen waren Daten vorhanden. Das Modell war statistisch signifikant gegenüber dem Nullmodell (Likelihood-Ratio 73, $df = 11$, $p < 0,001$)

Schnitt-Naht-Zeit. In den explorativen Modellen war lediglich die Durchführung der Metallentfernung durch Oberärzt:innen, im Vergleich zur Referenzkategorie der Chefärzt:innen, mit einer längeren Schnitt-Naht-Zeit assoziiert (Abb. 2 und 3). Dies traf für die Metallentfernung durch Fachärzt:innen und Weiterbildungsassistent:innen nicht zu, allerdings dürfte die Aussagekraft durch die geringe Fallzahl beschränkt sein. Der Effekt des Körpermassenindex war nachzuweisen, jedoch im Ausmaß überschaubar (Abb. 3), im Gegensatz zur Revisionsoperation, die, sofern in der Vorgeschichte dokumentiert, einen deutlichen Einfluss auf die Schnitt-Naht-Zeit ausübte (Abb. 2 und 3). Hinsichtlich der Anzahl der Stabilisatoren ließ sich kein Effekt zeigen (Abb. 2 und 3).

Die Relevanz des Interaktionseffekts, welcher sich ebenfalls in allen Modellen nachweisen ließ, lässt sich besser grafisch darstellen (Abb. 4) und demonstriert die Abnahme der Schnitt-Naht-Zeit bei Pati-

entinnen mit zunehmendem Alter im Gegensatz zum Kurvenverlauf für Patienten.

Diskussion

Nicht wenige Eingriffstypen sind, insbesondere im universitären Bereich, noch kostendeckend durchzuführen [1–3] und als planbare Operationen sowohl von äußeren Einflüssen wie der, bislang singulären, COVID-19-Pandemie, aber auch von Streikmaßnahmen und insbesondere Personalmangel besonders betroffen [17]. Neben prozessorganisatorischen Verbesserungen wird häufig die Reduktion der Schnitt-Naht-Zeit als relevante Komponente angesehen [3, 5, 18]. Zu den elektiven Eingriffen gehört auch die Metallentfernung nach abgeschlossener Trichterbrustkorrektur nach der Nuss-Methode [9]. Bisher war lediglich beschrieben worden, dass die Schnitt-Naht-Zeit der Metallentfernung sich umgekehrt

proportional zum Ausbildungsstand der Operierenden verhielt [10].

Wir wählten die untersuchten präspezifizierten, unabhängigen Variablen anhand der Literatur zum untersuchten Eingriff aus: Media und Mitarbeiter:innen beschrieben, dass auftretende Komplikationen die Schnitt-Naht-Zeit der Metallentfernung nach abgeschlossener Trichterbrustkorrektur im Verfahren nach Nuss verlängerten [19]. So wenig überraschend dieses Ergebnis auch ist, so beschrieben die Autoren auch, dass Patient:innen, die eine Komplikation erlitten, im Schnitt älter waren und überdies ein Zusammenhang zwischen Patient:innenalter und dem Auftreten intraoperativer Komplikationen bestand [19], was auch in anderen Arbeiten beschrieben war [20]. Zwar wurde in dieser Untersuchung nicht untersucht, ob das Alter nur über den Faktor der Komplikationshäufigkeit die Schnitt-Naht-Zeit verlängert, sondern möglicherweise auch ein kovariater Faktor der Schnitt-Naht-Zeit sein könnte. Dies ist zumindest naheliegend, da ältere Patient:innen einen deutlich steiferen Thorax aufweisen [21], was ein Faktor einer verlängerten Schnitt-Naht-Zeit sein könnte. Unsere Daten scheinen diese Annahme zu bestätigen, da sie einen Zusammenhang zwischen dem Patient:innenalter und der Schnitt-Naht-Zeit zeigen.

Aufgrund des beschriebenen Einflusses intraoperativer Komplikationen auf die Schnitt-Naht-Zeit berücksichtigten wir diese ebenfalls [19, 20]. Dieses Ergebnis ließ sich anhand unserer Daten nicht bestätigen, allerdings war sowohl die relative als auch die absolute Häufigkeit intraoperativer Komplikationen in diesen Untersuchungen deutlich höher als in unserer Kohorte [22]. Daher könnte die Effektstärke in der linearen Regression möglicherweise nicht mehr hoch genug sein, allerdings konnten Simulationsstudien zeigen, dass bei der multivariablen linearen Regression mittels der Methode der kleinsten Quadrate bereits zwei Ereignisse ausreichend sind, um verlässliche Punktschätzer und Konfidenzintervalle zu berechnen [23].

Die Anzahl der zu explantierenden Metallbügel war in der Untersuchung von Nyboe und Kolleg:innen neben dem bereits genannten Ausbildungsstand sowie der Kallusbildung am Implantat ein we-

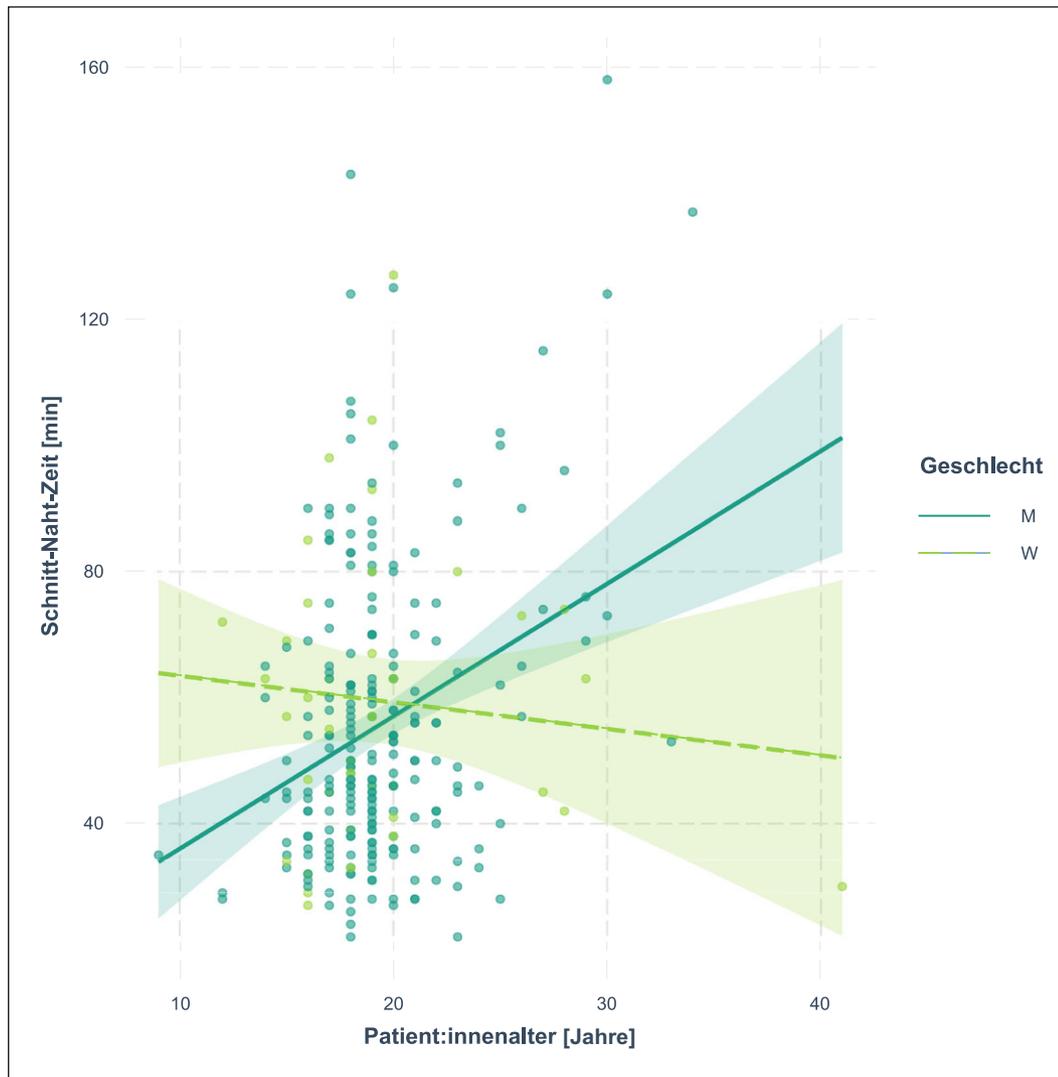


Abb. 4 ◀ Visualisierung des Interaktionseffekts des Geschlechts anhand des präspezifizierten Regressionsmodells. Darstellung der vorhergesagten Schnitt-Naht-Zeit in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht unter Außerachtlassen der unabhängigen Variable der Anzahl der explantierten Metallbügel

sentlicher Einflussfaktor der Schnitt-Naht-Zeit [10]. Zwar ist die Datenlage in der Literatur hierzu nicht eindeutig, da andere Arbeiten zeigten, dass die Anzahl der implantierten Metallbügel keinen Einfluss auf die Schnitt-Naht-Zeiten hatte [24], jedoch war in dieser Untersuchung die Variable dichotomisiert worden, was mit einer deutlichen Abnahme der Trennschärfe der Untersuchung einhergeht [25]. Dies mag mit ein Faktor sein, dass sich in unserer Untersuchung wiederum ein relativ deutlicher Effekt der Anzahl der explantierten Metallbügel nachweisen ließ, da wir die abzählbare Variable auch als kontinuierliche Variable in der Regressionsanalyse behandelten. Im Gegensatz zur Anzahl der explantierten Metallbügel erwies sich die Anzahl der entfernten Stabilisatoren als irrelevant für die Schnitt-Naht-Zeit in unse-

rer explorativen Analyse. Dies stimmt mit den bisherigen Beschreibungen aus der Literatur überein, die einen Einfluss auf die Komplexität der Metallentfernung nur aus den Anfangstagen der Nuss-Operation beschrieben [26].

Wir berücksichtigten überdies das Geschlecht der Patient:innen, da dies bislang, aufgrund der geringeren Prävalenz der Erkrankung bei Frauen und Mädchen, ein wenig berücksichtigter Aspekt ist und neuere Untersuchungen zeigten, dass sich Patient:innen in höherem Alter und mit stärker ausgeprägter Symptomatik zur operativen Korrektur vorstellten [14]. Aufgrund dessen gingen wir von einer möglichen Verzerrung durch diesen Effekt aus und berücksichtigten ihn mittels des Interaktionsterms von Geschlecht und Alter und konnten auch eine Interaktion nachwei-

sen. Jedoch erachten wir diese Interaktion trotz der statistischen Signifikanz für wenig verlässlich, da in unserer Kohorte 16% der Patientinnen über 25 Jahre alt waren, jedoch nur 6% der Patienten, mithin die lebensälteren Patienten unterrepräsentiert sind. Allerdings ist die absolute Anzahl der Patienten höher als die der Patientinnen, was sich im insgesamt schmalen Konfidenzintervall widerspiegelt, auch wenn dieses gerade im Bereich des höheren Lebensalters deutlich breiter wird. Dies mag ein Effekt davon sein, dass an unseren Kliniken die Trichterbrustkorrektur aufgrund der historischen Zuordnung zur Kinderchirurgie, infolge der früher bei der offenen Korrektur im Regelfall deutlich jüngeren Patient:innen, auch bei Erwachsenen in kinderchirurgischer Hand verblieben ist. Infolgedessen scheint eine

Übertragbarkeit auf Kliniken, die vornehmlich Erwachsene, gerade unter Anwendung der für diese nicht unüblichen technischen Modifikationen der Operation [9], behandeln, zumindest fraglich.

Hinsichtlich der explorativ untersuchten Faktoren zeigte sich der erwartete Effekt [11]: Bezogen auf die Referenzkategorie der Chefärzte verlängerte sich die Schnitt-Naht-Zeit, wenn Oberärzt:innen operierten. Numerisch war dies auch bei Fachärzt:innen und Weiterbildungsassistent:innen der Fall, allerdings sind diese Ergebnisse aufgrund der geringen Anzahl in unserer Kohorte mit einer relevanten Unsicherheit behaftet. Der Zusammenhang zwischen dem Ausbildungsstand der Operateur:innen und der Schnitt-Naht-Zeit war von Nyboe und Mitarbeiter:innen bereits berichtet worden, wengleich bezogen auf den Vergleich zwischen Weiterbildungsassistent:innen unterschiedlicher Erfahrungsstufen [10]. Unsere Ergebnisse deuten mithin darauf hin, dass es auch bei der eingriffsspezifischen Erfahrung eine anhaltende Lernkurve zu geben scheint.

Wir sahen in unserer Kohorte einen statistisch signifikanten Effekt der Revisionsoperation auf die Schnitt-Naht-Zeit. Zwar wurde dieser noch nicht direkt nachgewiesen, allerdings wurde ein Zusammenhang zwischen Bügeldislokationen und dem Auftreten mehr als unerheblicher Komplikationen gezeigt [27]. Diese sind mit komplizierteren und technisch anspruchsvollen Metallentfernungen vergesellschaftet [28], sodass sich daraus längere Schnitt-Naht-Zeiten bei der Metallentfernung ergeben könnten.

Weitere Einschränkungen der Übertragbarkeit unserer Ergebnisse ergeben sich zwangsläufig aus dem retrospektiven Studiendesign wie auch aus der fehlenden Berücksichtigung möglicher relevanter Kovariaten infolge der präspezifizierten unabhängigen Variablen. So ist beispielsweise beschrieben, dass ein Körpermasseindex jenseits der 22 kg/m² zu einer Verlängerung der Schnitt-Naht-Zeit führt [24], allerdings leidet auch dieses Ergebnis am Problem der Dichotomisierung einer kontinuierlichen Variable [25]. Zwar fehlten in unserer Kohorte bei 17% die Informationen, um den Körpermasseindex zu berechnen, dennoch konnten auch wir einen Effekt des Körpermasseindex auf

die Schnitt-Naht-Zeit nachweisen. Erwartungsgemäß war dieser, aufgrund der geringen Spannweite des Körpermasseindex bei unseren Patient:innen, hinsichtlich der Effektstärke überschaubar. Auch für andere Eingriffstypen, beispielsweise die proximale Femurfraktur, konnte gezeigt werden, dass ein steigender Körpermasseindex sich proportional zur ansteigenden Schnitt-Naht-Zeit verhält [29].

Die Dauer der Bügeleinlage wurde nicht für die Vorhersage berücksichtigt, da diese sowohl in älteren [10, 24] wie auch in neueren [30] Arbeiten keinen Einfluss auf die Operationszeit der Metallentfernung hatte. Für eine explorative automatisierte Selektion möglicher Prädiktoren, beispielsweise mittels Vorwärtsselektion, erschien uns unsere Kohorte zu klein, sodass aufgrund des zu erwartenden Mangels an statistischer Power kaum verlässliche Ergebnisse hätten erzielt werden können. Infolgedessen fokussierten wir unsere Untersuchung auf die Faktoren, die bereits einen Anknüpfungspunkt in der bisher veröffentlichten Literatur hatten, und präspezifizierten unsere unabhängigen Variablen anhand des bisherigen Wissensstandes in der Literatur.

Fazit für die Praxis

- Die Schnitt-Naht-Zeiten der Metallentfernung nach abgeschlossener Trichterbrustkorrektur nach der Nuss-Methode lässt sich statistisch modellieren.
- Die Berücksichtigung der patienteneigenen Faktoren von Alter und Anzahl der zu explantierenden Metallbügel kann bei der Planung der Schnitt-Naht-Zeit berücksichtigt werden.
- Dies gilt möglicherweise ebenfalls für die vorangegangene Revisionsoperation sowie vermutlich für die individuelle eingriffsspezifische Erfahrung der Operateure und den Körpermasseindex, jedoch sind für sichere Aussagen hierzu noch bestätigende Studien erforderlich.

Korrespondenzadresse

Christina Oetzmann von Sochaczewski
Sektion Kinderchirurgie, Klinik und Poliklinik für Allgemein-, Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie, Universitätsklinikum Bonn Venusberg-Campus 1, 53127 Bonn, Deutschland
c.oetzmann@gmail.com

Funding. Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. A.C. Heydweiller, T.T. König, S. T. Yavuz, M. Schwind, C. Oetzmann von Sochaczewski und S. Rohleder geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autor/-innen keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

1. Raakow J, Aydin M, Kilian M, Köhler A, Werner S, Pratschke J, Fikatas P (2019) Elektive Versorgung von Leistenhernien in der universitären Chirurgie – eine ökonomische Herausforderung. *Chirurg* 90:1011–1018. <https://doi.org/10.1007/s00104-019-1008-z>
2. Framme C, Gottschling J, Kuiper T, Lobbes W, Palmaers T, Brockmann D, Lagrèze WA, Hufendiek K (2020) Kostenträgerrechnungen von strabologischen Operationen an einer Universitäts-Augenklinik. *Ophthalmologe* 117:1006–1014. <https://doi.org/10.1007/s00347-020-01227-x>
3. Geiger EV, Laurer HL, Jakob H, Frank JM, Marzi I (2013) Behandlungskosten in der Kreuzbandchirurgie: Therapiebezogene Kostenträgerrechnung an einem Universitätsklinikum. *Unfallchirurg* 116:517–523. <https://doi.org/10.1007/s00113-011-2114-7>
4. Schuster M, Wicha LL, Fiege M, Goetz AE (2007) Auslastung und Wechselzeit als Kennzahlen der OP-Effizienz. *Anaesthesist* 56:1060–1068. <https://doi.org/10.1007/s00101-007-1236-3>
5. Zaubitzer L, Affolter A, Büttner S, Ludwig S, Rotter N, Scherl C, von Wühl S, Weiß C, Lammer A (2022) Zeitmanagement im OP – eine Querschnittstudie zur Bewertung der subjektiven und objektiven Dauer chirurgischer Prozeduren im HNO-Bereich. *HNO* 70:436–444. <https://doi.org/10.1007/s00106-021-01119-9>

6. Grade M, Ghadimi M (2021) Personalmanagement und Leadership in der Chirurgie. *Chirurg* 92:227–231. <https://doi.org/10.1007/s00104-020-01345-x>
7. Travis E, Woodhouse S, Tan R, Patel S, Donovan J, Brogan K (2014) Operating theatre time, where does it all go? A prospective observational study. *BMJ* 349:g7182. <https://doi.org/10.1136/bmj.g7182>
8. Eijkemans MJC, van Houdenhoven M, Nguyen T, Boersma E, Steyerberg EW, Kazemier G (2010) Predicting the unpredictable. *Anesthesiology* 112:41–49. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e3181c294c2>
9. Nuss D, Obermeyer RJ, Kelly RE (2016) Nuss bar procedure: past, present and future. *Ann Cardiothorac Surg* 5:422–433. <https://doi.org/10.21037/acs.2016.08.05>
10. Nyboe C, Knudsen MR, Pilegaard HK (2011) Elective pectus bar removal following Nuss procedure for pectus excavatum: a single-institution experience. *Eur J Cardiothorac Surg* 39:1040–1042. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2010.10.002>
11. Vinden C, Malthaner R, McGee J, McClure JA, Winick-Ng J, Liu K, Nash DM, Welk B, Dubois L (2016) Teaching surgery takes time: the impact of surgical education on time in the operating room. *Can J Surg* 59:87–92. <https://doi.org/10.1503/cjs.017515>
12. R Core Team (2019) R: a language and environment for statistical computing
13. Harrell FE (2022) rms: regression modeling strategies
14. Ravanbakhsh S, Farina JM, Bostoros P, Abdelrazek A, Mi L, Lim E, Mead-Harvey C, Arsanjani R, Peterson M, Gotimukul A, Lackey JJ, Jaroszewski DE (2022) Sex differences in objective measures of adult patients presenting for pectus excavatum repair. *Ann Thorac Surg* 114:1159–1167. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2021.08.060>
15. Muche R (2008) Validierung von Regressionsmodellen: Notwendigkeit und Beschreibung der wichtigsten Methoden. *Rehabilitation* 47:243–250. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1077068>
16. Long JA (2022) jtools: analysis and presentation of social scientific data
17. Stockheim J, Andric M, Acciuffi S, Al-Madhi S, Rahimli M, Dölling M, Geginat G, Perrakis A, Croner RS (2022) Auswirkungen der COVID-19-Pandemie auf die robotische Viszeralchirurgie in Deutschland. *Chirurgie* 93:765–777. <https://doi.org/10.1007/s00104-022-01684-x>
18. Welle K, Täger S, Prangenberg C, Gathen M, Scheidt S, Wimmer M, Burger C, Kabir K (2020) Prozessoptimierung im operativen Bereich. *Unfallchirurg* 123:517–525. <https://doi.org/10.1007/s00113-020-00810-w>
19. Media AS, Christensen TD, Katballe N, Pilegaard HK, de Paoli FV (2021) Incidence and severity of surgical complications after pectus excavatum bar removal. *Interact CardioVasc Thorac Surg* 33:237–241. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivab077>
20. Bilgi Z, Ermerak NO, Çetinkaya Ç, Laçin T, Yüksel M (2017) Risk of serious perioperative complications with removal of double bars following the Nuss procedure. *Interact CardioVasc Thorac Surg* 24:257–259. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivw322>
21. Nagasao T, Miyamoto J, Tamaki T, Ichihara K, Jiang H, Taguchi T, Yozu R, Nakajima T (2007) Stress distribution on the thorax after the Nuss procedure for pectus excavatum results in different patterns between adult and child patients. *J Thorac*

Influencing factors on operating times for metal bar removal after Nuss repair

Background: Metal bar removal after the Nuss repair procedure is prone to be cancelled in cases of operating time shortages due to it being suitable to be postponed without harming patients. Consequently, planning operation times as exactly as possible could be one solution.

Objective: Statistical modelling of operation times of metal bar removal after Nuss repair using the prespecified independent predictors of age, sex, intraoperative complications, and number of implanted metal bars.

Material and methods: We included all patients whose operation notes included an operation time, which was modelled via linear regression and subject to internal validation via bootstrap. Exploratory analyses also consisted of the surgeon's experience, the number of stabilizers, the body mass index, and preceding re-do surgery for bar dislocation.

Results: We included 265 patients (14% ♀) with a median age of 19 years (interquartile range 17–20 years), of whom 81% had 1 and 17% had 2 metal bars removed. The prespecified regression model was statistically significant (likelihood ratio 56; $df = 5$; $P < 0.001$) and had a bias corrected R^2 of 0.148. Patient age influenced operation times by 2.1 min per year of life (95% confidence interval 1.3–2.9 min; $P < 0.001$) and 16 min per explanted metal bar (95% confidence interval: 10–22 min; $P < 0.001$).

Conclusion: The patient-specific factors of age and the number of explanted metal bars influenced the operation times and can be included into scheduling operation times.

Keywords

Pectus excavatum · Implant removal · Surgical time · Linear regression · Pediatric surgery

- Cardiovasc Surg 134:1502–1507. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2007.08.013>
22. Heydweiller AC, König TT, Yavuz ST, Schwind M, Rohleder S, Oetzmann von Sochaczewski C (2022) Complications following metal bar removal after Nuss repair are rare in a duocentric retrospective evaluation. *Pediatr Surg Int* 38:1919–1924. <https://doi.org/10.1007/s00383-022-05250-8>
23. Austin PC, Steyerberg EW (2015) The number of subjects per variable required in linear regression analyses. *J Clin Epidemiol* 68:627–636. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2014.12.014>
24. Hsieh M-S, Tong S-S, Wei B-C, Chung C-C, Cheng Y-L (2020) Minimization of the complications associated with bar removal after the Nuss procedure in adults. *J Cardiothorac Surg* 15:65. <https://doi.org/10.1186/s13019-020-01106-1>
25. Altman DG, Royston P (2006) The cost of dichotomising continuous variables. *BMJ* 332:1080. <https://doi.org/10.1136/bmj.332.7549.1080>
26. Park HJ, Kim KS (2016) Pectus bar removal: surgical technique and strategy to avoid complications. *J Vis Surg* 2:60. <https://doi.org/10.21037/jovs.2016.02.27>
27. Hebra A, Kelly RE, Ferro MM, Yüksel M, Campos JRM, Nuss D (2018) Life-threatening complications and mortality of minimally invasive pectus surgery. *J Pediatr Surg* 53:728–732. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2017.07.020>
28. Haecker F-M, Hebra A, Ferro MM (2021) Pectus bar removal—why, when, where and how. *J Pediatr Surg* 56:540–544. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2020.11.001>
29. Gutwerk A, Müller M, Crönlein M, Kirchhoff C, Biberthaler P, Pförringer D, Braun K (2023) Analyse steigender Behandlungskosten bei erhöhtem BMI von Patienten mit proximaler Femurfraktur. *Unfallchirurgie* 126:449–455. <https://doi.org/10.1007/s00113-022-01187-8>
30. Infante M, Voulaz E, Morengi E, Campisi A, Bottoni E, Falezza G, Giovannetti R, Insolda J, Piva E, Alloisio M (2023) What is the appropriate timing for bar removal after the Nuss repair for pectus excavatum? *J Surg Res* 285:136–141. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2022.12.029>

Arved Weimann
Ines Gockel
Christoph Reißfelder
Hrsg.

Präoperative Konditionierung des viszeralchirurgischen Risikopatienten

Konzept und Umsetzung
der Prähabilitation

 Springer

Berlin, Heidelberg: Springer 2023, IX, 355 S., 7 b/w illustrations, 55 illustrations in colour Abb., (ISBN: 978-3-662-64256-6), Softcover 56,02 EUR

Viszeralchirurgische Eingriffe haben im Verlauf der letzten 3 Jahrzehnte eine nie zuvor gekannte Komplexität erreicht. Multiviszerele Resektionen sowie simultane Resektionen von Primärtumoren und Lebermetastasen seien hier nur beispielhaft erwähnt. Wir führen diese hochkomplexen Eingriffe durch, weil sie – nach individueller Diskussion im Tumorboard und nach verständiger Interpretation der verfügbaren Evidenz – nachweislich die Langzeitprognose von Patienten mit fortgeschrittenen malignen Erkrankungen verbessern können.

Auf der anderen Seite „erkaufte“ man sich diesen Langzeitnutzen mit einer perioperativ erhöhten Rate an Morbidität und Mortalität. Auf Chirurgie-bedingten Komplikationen (z.B. operationspflichtige Nachblutung) kann man durch Optimierung der individuellen Expertise des Operators Einfluss nehmen. Aber wie können wir die hohe Rate anderer Komplikationen (Pneumonie, Lungenembolie, postoperative Wundinfektion) bei Routine- und High-End-Eingriffen verringern? Hierzu liegen gute Daten für intra- und postoperative Maßnahmen vor. In neuerer Zeit wird darüber hinaus zunehmend das Interesse dahingehend fokussiert, die Rate postoperativer Komplikationen durch präoperative Maßnahmen weiter zu verringern. Ein ganzes Bündel von Interventionen wird unter dem Begriff der „Prähabilitation“ zusammengefasst. Es ist das Verdienst der Kollegen Weimann, Gockel und Reißfelder, einen detaillierten Überblick über dieses Themenfeld in einem Standardwerk zusammengefasst zu haben.

Die Autoren unterteilen ihr Buch in vier Abschnitte: Das perioperative Risiko (Teil I), Allgemeine Konzepte zur Konditionierung (Teil II), Gezielte

Strategien (Teil III) sowie Innovative Konzepte (Teil IV). Diese didaktisch sehr sinnvolle Aufteilung ermöglicht es, das Buch wie einen aufeinander aufbauenden Fließtext zu lesen: vom Allgemeinen zum Besonderen, von konkreten Umsetzungshilfen bis hin zum Blick in Richtung zukünftige Prähabilitationskonzepte wird ein hochaktueller und umfassender Überblick zum Thema gegeben.

Umgekehrt ist jedes Unterkapitel in jedem Abschnitt so geschrieben, dass es verständlich und umsetzbar bleibt, ohne andere Kapitel vorher gelesen haben zu müssen.

Vom Fast-Track-Konzept über geriatrische Frailty-Indizes, vom präoperativen Ausdauer- und Krafttraining über ernährungstherapeutische Konditionierung, von der spezifischen präoperativen Konditionierung vor Leber- und Darmeingriffen bis zur Adipositaschirurgie wird klar und verständlich jede Frage beantwortet, die einem im Zusammenhang mit Prähabilitation in den Sinn kommen könnte.

Eine wesentliche Stärke des Buchs sind hierbei die vielen gut illustrierten und anschaulichen Grafiken, die im Fließtext exzellent erläutert werden. Dieses Buch gehört meines Erachtens in das Regal jeder Person, die in ärztlich-chirurgischer Verantwortung in der Allgemein- und Viszeralchirurgie steht. Die chirurgische Tätigkeit fängt nicht erst mit dem Operieren an, sondern viel früher. Die aktuellen Evidenzbasierten Prähabilitationskonzepte lassen sich mit diesem Standardwerk außergewöhnlich gut verstehen und umsetzen – zum Wohle der uns anvertrauten Patientinnen und Patienten.

Prof. Dr. med. Christian Eckmann, Hann. Münden